

УДК 372.853

**К ВОПРОСУ ОБ ИЗУЧЕНИИ ТЕМЫ
«СВОЙСТВА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ВОЛН»
В СТАРШИХ КЛАССАХ СРЕДНЕЙ ШКОЛЫ**

**ON THE ISSUE OF STUDYING THE TOPIC
«PROPERTIES OF ELECTROMAGNETIC WAVES» IN SENIOR SCHOOL**

Ю. Б. Альтшулер, А. А. Червова

Y. B. Altshuler, A. A. Chervova

Шуйский филиал ФГБОУ ВПО «Ивановский государственный университет», г. Шуя

Аннотация. Установлено, что методика обучения физике в средней школе по теме «Свойства электромагнитных волн» с учетом структурирования на основе двух компонентов, рассматриваемых с точки зрения геометрической и волновой оптики, способствует усилению методологической направленности курса и систематизации знаний учащихся.

Abstract. It's established that the method of teaching Physics in secondary school on the topic «Properties of electromagnetic waves» taking into account structuring based on the two components considered from the point of view of geometrical and wave optics contributes to methodological orientation of Physics course and systematizes students' knowledge.

Ключевые слова: *свойства электромагнитных волн, школьный курс физики, методика обучения физике.*

Keywords: *properties of electromagnetic waves, school course of Physics, methods of teaching Physics.*

Актуальность исследуемой проблемы. Проблема повышения научности курса физики средней школы не перестает быть актуальной. С точки зрения обеспечения научности этого курса, усиления его методологической направленности при изучении темы «Свойства электромагнитных волн» наряду с вопросами геометрической оптики необходимо рассматривать и вопросы волновой оптики. Предлагаемая методика изучения этой темы позволяет преодолеть трудности понимания учащимися сложных вопросов электродинамики и способствует более глубокому усвоению этой темы и всего раздела «Электродинамика». Методика изучения этой темы на современном этапе развития теории и методики обучения физике в средней школе, по нашему мнению, должна включать изучение двух компонентов: 1) свойств отражения и преломления, рассматриваемых с точки зрения лучевых представлений или геометрической оптики; 2) интерференции и дифракции, рассматриваемых с точки зрения волновых представлений и имеющих отношение к волновой оптике.

Материал и методика исследований. Исследование проводилось на базе кафедры теоретической физики, теории и методики обучения физике Нижегородского государственного педагогического университета, а также гимназии № 80 г. Нижнего Новгорода.

В процессе исследования использовались теоретические методы, основанные на рассмотрении физики как педагогической науки, методика обучения которой представляет собой систему знаний о теории и практике обучения физике – о научных основах содержания и структуре школьного курса физики, принципах, подходах и способах добывания знаний, об организации познавательной деятельности учащихся, систему знаний о теории и практике воспитания и развития учащихся в процессе обучения физике – о создании условий для совершенствования возможностей учащегося за счет обогащения его опыта на основе индивидуализации учебного процесса.

Проводился анализ методической и учебной литературы по вопросам формирования знаний, по общим вопросам дидактики, теории и методики обучения физике.

Использовались такие методы исследования, как педагогический эксперимент по внедрению в практику обучения физике разработанного содержания и методики обучения теме «Свойства электромагнитных волн», педагогический мониторинг формирования знаний учащихся, качества обученности учащихся на основе педагогических измерений с использованием разработанных новых, а также известных тестовых заданий и анкет [5], [6], [7], [8].

Результаты исследований и их обсуждение. Рассмотрим методику изучения темы «Свойства электромагнитных волн». Методика изучения *отражения и преломления волн* предусматривает использование принципа Гюйгенса для установления законов Снеллиуса. При этом используются традиционные рассуждения. Нам представляется очевидным отсутствие необходимости рассматривать в школьном курсе физики распространение электромагнитных волн в диспергирующих средах, поэтому о зависимости диэлектрической проницаемости вещества от частоты электромагнитной волны можно лишь упомянуть. Однако, необходимо понимание учащимися того, что при больших частотах (например, светового диапазона) диэлектрическая проницаемость может сильно отличаться от диэлектрической проницаемости той же среды в электростатическом случае. Объяснение этого явления можно провести на основе модели вынужденных колебаний молекул диэлектрика под действием переменного электрического поля электромагнитной волны. Под действием электрической составляющей распространяющегося в пространстве электромагнитного поля, падающего на диэлектрик, происходит поляризация молекул диэлектрика – ориентационная в случае полярных молекул и деформационная в случае неполярных. Чем выше частота электромагнитного поля, тем в большей степени сказывается запаздывание в ориентации молекул (атомов) вещества, связанное с инертностью. Говоря проще, из-за инерции молекулы не успевают переориентироваться по внешнему электрическому полю, поскольку оно изменяет свое направление с большой частотой, поэтому электрическое поле в веществе ослабляется меньше, чем в статическом случае, когда молекулы почти все (препятствует тепловое движение) ориентируются во внешнем электрическом поле. Очевидным следствием этого является отличие диэлектрической проницаемости от квадрата коэффициента преломления (в оптике), особенно существенное для полярных молекул, например, воды.

Объяснение явления поглощения электромагнитных волн также может быть проведено на основе модели вынужденных колебаний молекул. Под действием электрической составляющей электромагнитной волны происходит поляризация молекул вещества и они начинают совершать вынужденные колебания с установившейся частотой, равной частоте электромагнитной волны. Таким образом, молекула вещества становится осциллятором. В процессе осцилляций энергия электромагнитной волны превращается в энергию теплового движения (колебательного), приводящего к нагреву диэлектрика.

Наиболее характерные волновые свойства для распространяющейся электромагнитной волны, такие как *интерференция и дифракция*, как правило, не рассматриваются при изучении темы «Электромагнитные волны» школьной электродинамики. Эти явления изучаются в разделе «Световые волны». Причем очевидны трудности, возникающие у учащихся в понимании интерференции и дифракции световых волн и связанные с некогерентностью естественных источников света. В методическом пособии под редакцией А. А. Пинского [1, 72] отмечается, что изучение теории явлений интерференции и дифракции целесообразнее проводить при изучении световых волн. Нам же представляется, что рассмотрение основ теории интерференции и дифракции, наоборот, необходимо проводить в рамках изучения темы «Электромагнитные волны», чтобы как раз избежать отмеченных трудностей.

Интерференция волн фактически представляет собой математическую операцию сложения, поэтому ее можно и не относить к категории физических явлений, как это делается в большинстве учебников для учащихся и в методической литературе. Кстати, надо заметить, что при этих математических операциях не нарушаются законы геометрической оптики. Математического аппарата, которым владеют учащиеся 11 класса, вполне достаточно для необходимых выкладок, позволяющих сделать вывод о том, что при интерференции образуется распределение амплитуды суммарных колебаний в пространстве, которое может быть описано косинусоидальной функцией. В результате облегчается переход к изучению явления дифракции, математическую часть которого можно описать как интерференцию гюйгенсовских сферических вторичных источников, в чем, кстати, и состоит смысл френелевской добавки в принцип Гюйгенса.

Понимание причин и следствий дифракции представляется нам очень важным. Однако в большинстве учебников для учащихся и в методической литературе дается упрощенное понимание этого явления. Например, в учебнике В. А. Касьянова [2, 295] дается следующее определение: «Дифракция – явление нарушения целостности фронта волны, вызванное резкими неоднородностями среды». В этом определении причина представлена как следствие, а следствия нет вообще. Далее в учебнике поясняется, в чем проявляется дифракция – в нарушении закона прямолинейного распространения и в огибании волнами препятствий. «Огибание волнами препятствий» как определение дифракции наиболее часто встречается в учебно-методической литературе, поскольку именно в этом заключается дословный смысл слова «дифракция». В учебнике под ред. А. А. Пинского [3, 73] дифракция определяется как «отклонение направления распространения волн от прямолинейного у края преграды», а в учебнике Г. Я. Мякишева [3, 196] – как «отклонение от прямолинейного распространения волн, огибание волнами препятствий». В методической литературе [4, 238] явление дифракции представляется как «отклонение волн от прямолинейного распространения, огибание ими препятствий».

Заметим, что преломление волн на границе раздела двух сред также представляет собой отклонение распространения волны от прямолинейного. Однако оно имеет совсем другую природу, не связанную с нарушением законов геометрической оптики. Чтобы у учащихся не создалось ложного впечатления, что дифракция – это некий вид преломления волны у края препятствия, необходимо отвлечься от связи с «огибанием препятствия». Тем более что учащиеся чаще всего понимают препятствие буквально, а в теории дифракции отверстие в экране и препятствие той же формы идентичны по результату. Модельные задачи дифракции, такие как, например, дифракция на полуплоскости, на клине, на цилиндре, на шаре, также плохо вписываются в понятие о препятствии.

Определим дифракцию как явление нарушения законов геометрической оптики, связанное с неполнотой фазового фронта волны. При неполном фазовом фронте падающей волны часть вторичных источников изымается из интерференции, распределение амплитуды результирующей волны изменяется, что приводит к нарушению закона прямолинейного распространения волны и, как следствие, к нарушению других законов геометрической оптики. Механизм распространения электромагнитной волны можно представить на основании простой графической модели – зон Френеля и только после этого рассмотреть неполный фазовый фронт волны в виде отверстия в экране. Такая последовательность важна для того, чтобы у учащихся не создалось впечатления, что модель зон Френеля специально разработана для объяснения дифракции. Однако, как известно, эта модель легко объясняет и прямолинейное распространение волн. Рассмотрение дифракции волн на отверстиях позволяет сделать вывод о границах зон геометрической оптики, дифракции Френеля и дифракции Фраунгофера.

Для оценки эффективности применения результатов исследования в гимназии № 80 г. Н. Новгорода проведен педагогический эксперимент, составной частью которого явилось тестирование по электродинамике. Эксперимент проводился в течение 3 лет, в нем участвовали 120 учащихся выпускных классов.

На диаграммах (рис. 1) представлены результаты тестирования по выборкам из тестов ЕГЭ 2008–2011 по электродинамике. Таких заданий оказалось 9 из части 1 (А), 2 – из части 2 (В), 2 – из части 3 (С).

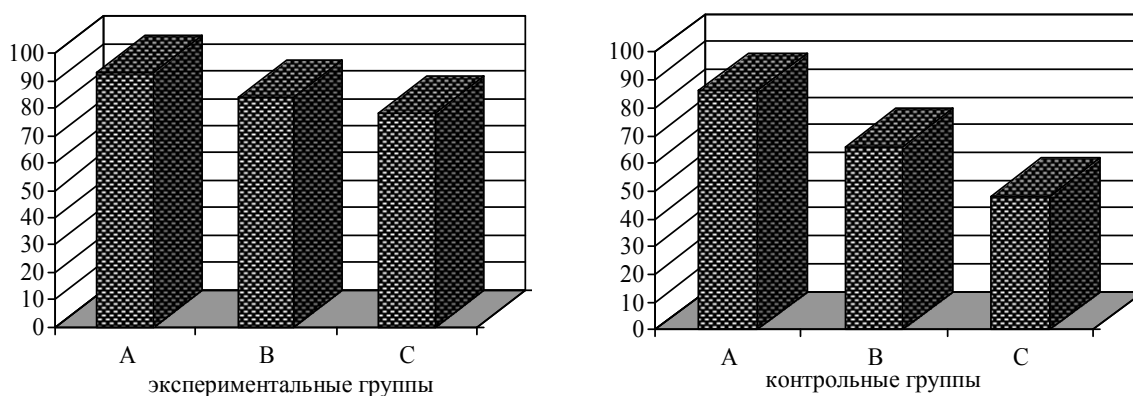


Рис. 1. Усредненная доля правильных ответов на вопросы ЕГЭ по темам раздела в экспериментальных и контрольных группах

Разница в показателях между экспериментальными и контрольными группами составляет почти 20 % при выполнении заданий части В и доходит до 30 % при выполнении заданий части С, что свидетельствует об эффективности авторской методики и содержания обучения физике для повышения уровня знаний учащихся.

Резюме. Рассмотрение вопросов отражения и преломления волн с точки зрения лучевых представлений или геометрической оптики и вопросов интерференции и дифракции с точки зрения волновых представлений способствует систематизации материала как темы «Свойства электромагнитных волн», так и всего раздела «Электродинамика» и, как следствие, систематизации знаний учащихся. Благодаря этой методике в практике обучения физике учащихся 11-х классов достигнуты высокие показатели успешности усвоения учащимися тем «Свойства электромагнитных волн» и «Явления интерференции и дифракции».

ЛИТЕРАТУРА

1. Глазунов, А. Т. Методика преподавания физики в средней школе. Электродинамика нестационарных явлений. Квантовая физика : пособие для учителя / А. Т. Глазунов, И. И. Нурминский, А. А. Пинский ; под ред. А. А. Пинского. – М. : Просвещение, 1989. – 272 с.
2. Касьянов, В. А. Физика. 11 кл. : учебник для общеобразовательных учреждений / В. А. Касьянов. – М. : Дрофа, 2003. – 416 с.
3. Физика : учебник для 11 классов школ и классов с углубленным изучением физики / А. Т. Глазунов и др. ; под ред. А. А. Пинского. – М. : Просвещение, 2003. – 432 с.
4. Мякишев, Г. Я. Физика : учебник для 11 классов общеобразовательных учреждений / Г. Я. Мякишев, Б. Б. Буховцев. – М. : Просвещение, 2008. – 336 с.
5. Теория и методика обучения физике в школе. Частные вопросы : учебное пособие для студ. пед. вузов / С. Е. Каменецкий, Н. С. Пурьшева, Т. И. Носова и др. ; под ред. С. Е. Каменецкого. – М. : Издательский центр «Академия», 2000. – 384 с.
6. Червова, А. А. Диагностика эффективности методической системы обучения электродинамике в школьном курсе физики / А. А. Червова, Ю. Б. Альтшулер // Сборник тезисов докладов XII Международной учебно-методической конференции «Современный физический практикум». – М. : Издательский дом МФО, 2012. – С. 75–76.
7. Червова, А. А. Особенности методики изучения темы «электрический ток в различных средах» в школьном курсе физики / А. А. Червова, Ю. Б. Альтшулер // Приволжский научный журнал. – 2012. – № 1. – С. 231–234.
8. Червова, А. А. Синтез методологических и прикладных знаний в курсе физики средней школы: результаты педагогического эксперимента / А. А. Червова, Ю. Б. Альтшулер // Физическое образование в вузах. – 2009. – Т. 15. – № 3. – С. 110–119.